

As nuvens e o nevoeiro: concepções de estudantes do Minho e da Galiza

Laurinda Leite¹, Luís Dourado¹, Sara Almeida¹ & José Rodríguez Mendoza²

¹Centro de Investigação em Educação, Instituto de Educação, Universidade do Minho, Braga, Portugal

²Instituto de Ciências da Educação, Universidade de Santiago de Compostela, Santiago de Compostela, Espanha

Resumo

As temáticas relacionadas com a formação das nuvens e do nevoeiro, fenómenos que fazem parte do dia a dia dos cidadãos, são contempladas nos currículos Portugueses e Espanhóis e abordadas nas disciplinas da área das Ciências Físicas e Naturais e da Geografia. Neste estudo compararam-se as concepções de estudantes do Minho e da Galiza sobre as nuvens e sua relação com o nevoeiro. Para isso, inquiriram-se 468 estudantes (193 Galegos e 273 Minhotos), no final do ensino básico ou equivalente, sobre os fenómenos em causa. Os dados sugerem que as concepções que os estudantes perfilham nem sempre correspondem à versão cientificamente aceite, o que evidencia fragilidades na formação que a escola está a dar a todos os cidadãos relativamente a estes fenómenos. Desta forma, parece ser importante repensar as estratégias de ensino dos fenómenos meteorológicos alvo deste estudo, de modo a promover a formação científica dos cidadãos.

1. Contextualização

As nuvens e o nevoeiro são dois dos fenómenos meteorológicos contemplados nos currículos do ensino básico (ou equivalente) de diversos países, designadamente de Portugal e de Espanha, e sobre os quais os estudantes possuem algumas ideias embora nem sempre cientificamente aceites. Aliás, ao segundo destes fenómenos está mesmo associado algum misticismo, bastando recordar a lenda relativa a D. Sebastião, décimo sexto rei de Portugal, que partiu à conquista de Alcácer Quibir, em 1578. Recusando-se a aceitar que D. Sebastião morreu, na sequência da batalha em que o exército português foi derrotado, os portugueses construíram a lenda de que aquele rei teria desaparecido numa manhã de nevoeiro, mas haveria de regressar para salvar o país dos tempos difíceis em que entrou, em parte devido à sua perda.

Por seu lado, as nuvens, pela sua distância a que se encontram e pelo aspecto variável que apresentam, são também passíveis de conceptualizações várias, que dependem da imaginação de cada um e dos outros fenómenos com que cada indivíduo as relaciona, designadamente com a chuva, a trovoada e também o nevoeiro. Atendendo ao papel da observação na construção de significados sobre o mundo que nos rodeia, este último, embora apresentando, em termos de aspecto físico, algumas semelhanças com as nuvens, poderá ser objecto de relacionamentos diversos com elas.

Adoptando uma perspectiva de ensino construtivista, centrada nos alunos, importa conhecer e compreender as conceptualizações que estes detêm sobre fenómenos climáticos, como a formação das nuvens e do nevoeiro, no final do ensino básico ou equivalente. Esta informação servirá para avaliar o nível de sucesso ou insucesso que a escola está a ter na formação científica dos cidadãos e para suscitar uma análise crítica e eventual revisão das estratégias do ensino das ciências na escolaridade básica, comum a todos os alunos, e, por isso, fundamental para que a escola cumpra a sua missão de facultar níveis mínimos, aceitáveis, de literacia científica a todos os cidadãos.

2. Objectivos

Este trabalho tem como objectivo principal compreender de que forma os estudantes do Minho (Portugal) e da Galiza (Espanha) conceptualizam e relacionam as nuvens e o nevoeiro, no final do ensino básico, nível a partir do qual podem optar por deixar de estudar ciências.

3. Fundamentação teórica

3.1. Composição e formação das nuvens

As nuvens são meios heterogéneos constituídos por ar, vapor de água, gotas de água com diversas dimensões, cristais de gelo, partículas de substâncias no estado sólido (como poeiras e fumo) e no estado líquido (por exemplo, ácidos provenientes da indústria), etc. (Daniel, 2000). As nuvens localizam-se na troposfera, camada da atmosfera que tem cerca de 16km de espessura na zona do equador e de 6km de espessura na zona dos pólos (Dawson, 1995). As nuvens assumem um papel importante no equilíbrio energético do planeta (Smithson, Addison & Atkinson, 2002), já que reflectem a luz solar ou permitem que esta as atravesse (Dawson, 1995). De acordo com Anthis e Cracknell (2004), a alta reflectividade das nuvens (podem reflectir até 80% da luz que se dirige à terra) é também responsável pelo facto de, por vezes, nos parecerem escuras.

As nuvens estão em permanente mudança (Dawson, 1995) mas, segundo Smithson, Addison & Atkinson (2002), pode considerar-se que existem dois tipos principais de nuvens: nuvens estratiformes, de desenvolvimento horizontal, a baixa altitude, com aparência lisa, que parecem cobrir o céu todo; nuvens *nimbostratus*, com aspecto amorfo, que se desenvolvem em altitude e são espessas. Para Daniel (2000), as nuvens que observamos podem ser

classificadas com base nas suas formas e na altitude a que se encontram. Assim, na parte superior da troposfera (temperaturas entre -25° e -55°C) encontram-se nuvens com água no estado sólido (nuvens de gelo), genericamente designadas por *cirrus*, *cirrocumulus* e *cirrostratus*. Na parte intermédia da troposfera (temperaturas entre 2° e -30°C) encontram-se nuvens com água no estado líquido e no estado sólido (gelo), designadas por *altocumulus*, *altostratus* e *nimbostratus*. Por fim, na parte mais baixa da troposfera, onde a temperatura é positiva, encontram-se as nuvens com água no estado líquido, *stratocumulus*, *stratus*, *cumulus*, e *cumulonimbus*.

O processo de formação das nuvens está associado aos movimentos verticais do ar que têm lugar na atmosfera terrestre. Neste processo, parte da água existente à superfície da Terra (de lagos, mares, plantas, etc.) sofre evaporação e vai subindo na atmosfera e encontrando temperaturas cada vez mais baixas, de tal modo que, a dado momento, o vapor de água condensa formando as nuvens (Smithson, Addison & Atkinson, 2002). Assim, os movimentos do ar e a descida da temperatura à medida que a altitude aumenta são condições fundamentais para que se alcance a saturação do ar, em termos de vapor de água, e se formem as nuvens. Acresce que, à medida que a altitude aumenta e a temperatura baixa, a capacidade do ar para reter vapor de água vai diminuindo, o que favorece a condensação. Correntes de ar e diminuição de temperatura são condições favoráveis à condensação do vapor de água e à formação de gotas de água, bem como ao aumento do volume destas. A dado momento, as gotas podem atingir uma dimensão tal que, por acção da gravidade, caem, originando chuva.

Alguns estudantes possuem concepções alternativas sobre o conceito e o processo de formação das nuvens, talvez porque não têm acesso directo às nuvens e têm que imaginar como elas são, criando os seus próprios modelos estruturais das nuvens e explicativos da sua formação. Muitas das ideias que os jovens associam às nuvens estão relacionadas com o entendimento que têm do ciclo da água, ou baseiam-se na aparência das nuvens ou na função que lhes atribuem (Henriques, 2002). Segundo esta autora, as crianças começam por considerar que as nuvens são feitas por alguma entidade divina, mais tarde passam a acreditar que são feitas de fumo ou de algodão, e só posteriormente começam a conceber a nuvem como sendo formada por água ou ar ou gases; contudo, dificilmente chegam a aceitar a constituição heterogénea e complexa da nuvem nem a descrever completamente o seu processo de formação. Na verdade, apenas consideram a passagem da água, sob a forma de vapor (proveniente dos mares e rios), para as nuvens (como se estas fossem recipientes capazes de encher), e das nuvens, novamente, para a Terra, sob a forma de chuva, o que

permite esvaziar as nuvens. As nuvens são, assim, vistas como um recipiente, ou uma esponja, ou uma estrutura que se mantém independentemente da água que entra ou sai (Dove, 1998; Gören & Leite, 2004; Henriques, 2002; Leite & Dourado, 2010), concepção esta que pode levar a acreditar que as nuvens existem sempre, podendo apenas tornar-se visíveis ou invisíveis.

3.2. Composição e formação do nevoeiro

O nevoeiro pode ser definido como um conjunto de gotículas de água, com diâmetro compreendido entre 1µm e 20µm suspensas no ar, próximo da superfície terrestre, que conduz a uma redução da visibilidade (National Oceanic and Atmospheric Administration, 1995; Smithson, Addison & Atkinson, 2002). Esta redução de visibilidade depende da dimensão e da concentração das gotas, sendo que quanto mais pequenas e numerosas forem essas gotas, menor é a visibilidade (Smithson, Addison & Atkinson, 2002; Gultepe *et al.*, 2007). Note-se que quando a visibilidade é inferior a 1km fala-se em nevoeiro e quando essa visibilidade é superior a 1km fala-se em neblina (WMO, 1996 citado por Gultepe *et al.*, 2007).

No fim de contas, o nevoeiro é uma espécie de nuvem estratiforme, branca e lisa, formada ao nível do solo, por um processo que, em termos gerais, é semelhante ao das nuvens. No entanto, e embora haja regiões em que é comum haver nevoeiro, a formação e a extinção do nevoeiro na superfície terrestre não são fáceis de prever com exactidão, já que o nevoeiro resulta de uma conjugação específica de factores como arrefecimento, movimentos de ar, humidade e disponibilidade de núcleos de condensação (Smithson, Addison & Atkinson, 2002). Contudo, pode afirmar-se que a sua formação é resultado da saturação do ar em termos de vapor de água, originada pelo arrefecimento de ar húmido, ao nível do solo (Smithson, Addison & Atkinson, 2002). Está frequentemente limitado a áreas de vales, deixando livres os cumes das montanhas que os rodeiam.

Há duas condições atmosféricas que favorecem a formação de nevoeiro (Smithson, Addison & Atkinson, 2002) e na base das quais se pode falar de diversos tipos de nevoeiro: nevoeiro de radiação e nevoeiro de advecção (Bergot & Guedalia, 1993; Smithson, Addison & Atkinson, 2002) e, ainda, nevoeiro orográfico (Bergot & Guedalia, 1993).

O nevoeiro de radiação ocorre, normalmente, perto da superfície terrestre, em noites de céu limpo, ventos fracos e humidade relativa razoavelmente alta. Resulta do arrefecimento do ar à superfície da terra, devido a emissão de energia da Terra para a atmosfera, pelo processo de

radiação. O vento calmo favorece a sua formação, pois favorece o arrefecimento.

O nevoeiro de advecção forma-se quando uma quantidade de ar quente e húmido passa sobre uma superfície fria (por exemplo, uma superfície coberta de neve), arrefecendo, por contacto e por mistura com o ar frio que estava sobre essa superfície fria, até atingir a saturação. Este tipo de nevoeiro é favorecido pela turbulência (que facilita o arrefecimento de uma camada de ar mais profunda), pelo que requer ventos com 10 a 30km hora.

O nevoeiro orográfico surge quando uma quantidade de ar húmido sobe um terreno inclinado (como a encosta de uma montanha), e arrefece devido a esse movimento ascendente, pois a subida provoca a expansão do ar que arrefece adiabaticamente.

Assim, a formação do nevoeiro é um processo complexo, influenciado por vários factores como a temperatura, a humidade, a pressão atmosférica e os ventos. Talvez devido a essa complexidade, um estudo realizado por Akbas, Uzunöz e Gençtürk (2010), com estudantes turcos do 9º ano ou equivalente, mostrou que 72 dos 100 participantes no estudo apresentaram concepções alternativas ou deram respostas incompreensíveis quando questionados acerca do nevoeiro. Muitos desses estudantes, não estão cientes dos efeitos da humidade na formação do nevoeiro, não consideram que a atmosfera tem uma composição variável, e acabam por associar a formação do nevoeiro à presença de gases e poluentes na atmosfera.

4. Metodologia

Neste estudo participaram 468 estudantes no final do ensino básico (9º ano, em Portugal) ou equivalente (2º ano de ESO, na Espanha), sendo 273 do Minho e 195 da Galiza, duas regiões climaticamente muito semelhantes. Assim, os dados recolhidos informam sobre a formação que a escola dá, nestes assuntos, a todos os cidadãos, pois no ensino secundário já nem todos os alunos estudam Ciências e Geografia. Foram recolhidos dados referentes a alunos pertencentes a 12 escolas de região do Minho e a 9 da região da Galiza, de forma a tornar cada uma das sub-amostras heterogénea no que diz respeito à experiência formativa prévia dos participantes.

A tabela 1 mostra que o número de rapazes e raparigas é próximo e que a amostra Minhota é um pouco mais jovem do que a galega o que pode estar relacionado com o facto de, em Espanha, a escolaridade obrigatória terminar um ano após o ensino básico Português.

Tabela 1 - Características da amostra (%)

		(N=468)	
		Região	
Características		Galiza (n=195)	Minho (n=273)
Sexo	Masculino	48.7	45.8
	Feminino	49.7	54.2
	Resposta em branco	01,6	00.0
Idade (anos)	14	14.4	43.2
	15	28.7	40.3
	16	30.3	15.0
	17 ou mais	12.3	01.1
	Resposta em branco	14.3	00.4

Os dados foram recolhidos através de um questionário previamente validado, do qual foram elaboradas duas versões, uma em Português e outra em Galego.

O questionário inclui perguntas de resposta aberta que visam identificar as ideias que os estudantes possuem sobre as nuvens e sua relação com o nevoeiro. O questionário foi aplicado em condições de exame, por professores de Ciências ou de Geografia.

As respostas obtidas foram sujeitas a análise de conteúdo com vista à posterior quantificação do número de resposta por categoria e à comparação dos resultados das duas regiões: Minho e Galiza.

5. Apresentação e discussão dos resultados

5.1. Concepções sobre as nuvens

As respostas que deram quando foram questionados sobre o que era para eles uma nuvem, mostram que nenhum dos participantes no estudo conseguiu dar uma definição completa do conceito de nuvem e que as concepções encontradas são, em termos qualitativos, muito semelhantes nos dois sub-grupos, formados na base das regiões, considerados neste estudo (tabela 2).

Como se pode constatar pela análise dos dados apresentados na tabela 2, de um modo geral,

os participantes, em vez de dizerem o que é para eles uma nuvem, centraram as suas respostas no que pensam ser a constituição das nuvens. Uma pequena percentagem de estudantes considerou, ainda que de forma incompleta, a complexidade da constituição das nuvens, na medida em que afirmaram que as nuvens incluem gases e água: “Para mim uma nuvem é constituída essencialmente por gases e água.” (P186).

Tabela 2 – Concepções dos alunos acerca do conceito de nuvem (%)

		(N=468)	
Tipos de resposta	Concepções identificadas	Região	
		Minho (n=273)	Galiza (n=195)
Resposta correcta	---	0,0	0,0
Resposta incompleta	---	9,9	3,1
	Focadas na		
	constituição		
	das nuvens		
Resposta baseada em concepções alternativas	A nuvem é constituída por água e gases	58,6	88,2
	A nuvem é constituída por gases	9,5	4,1
	A nuvem é constituída por poluentes	4,0	0,0
	A nuvem é constituída por ar	1,1	0,5
	Nuvem é algo fofo que parece algodão	1,1	0,5
Baseadas em factos observáveis	Nuvem é uma entidade visível no céu	2,2	0,0
	Nuvem é algo que armazena água	2,2	0,0
	Nuvem é algo que muda de cor	1,1	0,0
Resposta em branco/ Incompreensível		10,3	3,6

A maioria dos participantes respondeu a esta questão com base em concepções alternativas, focando a suas respostas numa das substâncias que pensam que constituem as nuvens. Assim, afirmaram que as nuvens são constituídas por água, sendo que, nas diversas respostas, há referências a diferentes estados físicos da água: “Una nube es una masa de auga en estado gasoso que se concentra en la atmosfera” (E311); “Uma nuvem é um conjunto de gotas de água líquidas” (P104). Outros participantes no estudo referiram, simplesmente, que as nuvens são constituídas por gases (“As nuvens formam-se consoante os gases emitidos.” (P195)) mas há ainda outros que acrescentaram que os gases que constituem as nuvens são gases poluentes (“Para mim, uma nuvem é uma concentração de gases poluentes existentes na atmosfera.”

(P39)). Alguns participantes basearam-se em factos observáveis, tendo alguns deles dado definições operacionais de nuvem, centradas no que, por vezes, vêem acontecer quando há nuvens (ex. “É uma coisa que quando está saturada deita chuva para a terra” (P75)); “Uma nuvem é o que armazena a chuva” (P209)), outros focado a atenção na textura observável da nuvem (ex. “É uma coisa branca e fofa” (P139); “[Unha nube é] algodón” (P422)) e outros na cor variável da nuvem (“É uma coisa branca quando há bom tempo, quando está a chover são escuras” (P40)). Alguns estudantes limitaram-se a dizer que as nuvens são visíveis no céu (“Uma nuvem é uma forma que nós conseguimos visualizar no céu” (P140)), sem referirem a formação, constituição, textura ou outros.

Os estudantes foram solicitados a imaginar que possuíam uns óculos mágicos que lhes permitiam ver como são as nuvens. Depois, foi-lhes pedido que representassem aquilo que pensavam que veriam com esses óculos, sendo estes dados apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Representações dos alunos sobre a estrutura das nuvens (%)

		(N=468)	
Aspectos focados	Representações	Região	
		Minho (n=273)	Galiza (n=195)
Processo de formação	Representação do ciclo da água ou parte dele	1,1	1,0
	Representação da nuvem formada por água	38,5	35,9
	Representação da nuvem formada por gases	4,4	1,5
Constituição	Representação da nuvem formada por água e gases	8,1	3,1
	Representação da nuvem formada por ar	0,7	0,5
Aspecto macroscópico	Representação da forma da nuvem	28,9	36,9
Resposta em branco /Incompreensível		18,3	21,0

De acordo com os dados apresentados na tabela 3, mais de um terço das respostas a esta questão (quer de estudantes minhotos quer de estudantes galegos) centraram-se nos constituintes da nuvem e mostraram, mais uma vez, que os estudantes não vêem a nuvem como algo constituído por vários componentes, na medida em que, na sua maioria,

representam-nas, como se fossem constituídas apenas por água.

No entanto, alguns estudantes recorrem a representações macroscópicas (figura 1) enquanto que outros descem ao nível do sub-microscópico (figura 2).

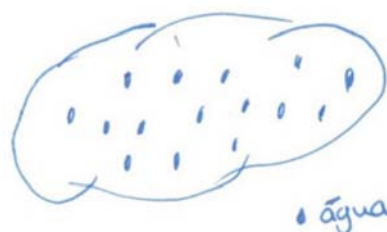


Figura 1 - Representação macroscópica de uma nuvem formada por água (P41)

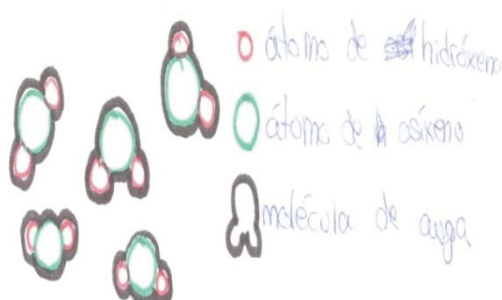


Figura 2 - Representação sub-microscópica de uma nuvem formada por água (E320)

Por outro lado, verificou-se, também, uma elevada percentagem de representações das nuvens (28,9% de alunos Minhotos e 36,9% de alunos Galegos), baseadas na forma da nuvem, quer isolada (figura 3) quer no ambiente espacial, juntamente com outros corpos celestes (figura 4), o que está igualmente em consonância com um dos tipos de respostas encontrados na questão anterior (ver tabela 2).



Figura 3 - Representação de uma nuvem, isolada, baseada na forma (P2)

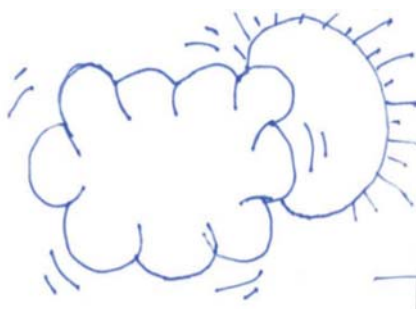


Figura 4 - Representação de uma nuvem, em contexto, baseada na forma (E309)

4.1. Concepções sobre a existência de nuvens

Quando questionados sobre se as nuvens existem sempre, ou não, os estudantes dos dois sub-grupos dividiram-se entre duas ideias principais (tabela 4).

Tabela 4 – Concepções dos alunos acerca da existência das nuvens (%)

Concepções	Região	
	Minho (n=273)	Galiza (n=195)
As nuvens existem sempre, embora só às vezes sejam visíveis	45,1	37,4
As nuvens não existem sempre; às vezes formam-se e às vezes desfazem-se	54,2	62,1
Resposta em branco/Incompreensível	0,7	0,5

(N=468)

Na realidade, um pouco mais de metade dos participantes, de qualquer um dos subgrupos, parece acreditar que as nuvens são entidades que não existem sempre, mas os restantes parecem apoiar a ideia de que as nuvens existem sempre, embora por vezes não sejam visíveis.

Mais de 45% dos 123 estudantes Minhotos e mais de 80% de 73 estudantes Galegos que afirmaram acreditar na existência permanente de nuvens não conseguiram justificar a sua opinião ou não o fizeram de uma forma compreensível (tabela 5). Os estudantes que apresentaram justificações a favor da existência permanente das nuvens, apesar de nem sempre as poderem ver, dispersaram-se por diversas ideias relacionadas com mudanças que tornariam as nuvens visíveis ou invisíveis (tabela 5).

Tabela 5 – Justificações para a não visibilidade das nuvens, apesar da sua existência permanente (%)

(N=196)

Justificações	Região	
	Minho (n=123)	Galiza (n=73)
Devido às movimentações da Terra	8,2	5,5
Devido à variação da densidade das nuvens	18,7	8,2
Devido ao estado do tempo	19,5	4,1
Devido à sua dispersão pelo vento	2,4	0,0
Devido à reflexão dos raios solares	5,7	1,4
Resposta em branco/incompreensível	45,5	80,8

Em alguns casos são referidos factores meteorológicos gerais ou indefinidos (ex. mudanças de tempo: “As nuvens existem sempre mas só são visíveis quando chove ou quando o tempo está para mudar” (P41)) mas em outros casos são mencionados factores meteorológicos específicos (ex. vento: “As nuvens existem sempre mas com os ventos elas deslocam-se podendo não ser visíveis.” (P226)). Há ainda outras justificações que estão relacionadas com o movimento da Terra (ex. “Depende da posición da terra” (E338)), com a densidade das nuvens (ex. “Porque muitas vezes não existe tanta concentração de gases.” (P39)) ou com a inclinação do sol (ex. “As nuvens existem sempre mas devido à luz solar muitas vezes não é possível observá-las.” (P44)).

Quanto aos estudantes que concordam com a ideia de que as nuvens não têm uma existência permanente, mais de 40% dos estudantes quer Minhotos quer Galegos, não justificaram a sua ideia (tabela 6), ou limitaram-se a afirmar que as nuvens não existem sempre porque nem sempre as vêem.

Tabela 6 – Justificações para a existência não permanente das nuvens (%)

Justificações	(N=269)	
	Região	
	Minho (n=148)	Galiza (n=121)
Formam-se pela evaporação da água e desfazem-se quando chove	34,5	39,7
Formam-se com a concentração de gases e desfazem-se pela sua dispersão	6,8	6,6
As nuvens formam-se e desfazem-se consoante as condições atmosféricas	15,5	10,7
As nuvens tornam-se visíveis quando estão cheias de água	2,0	0,0
Resposta em branco /Incompreensível	41,2	43,0

Apesar de, também neste caso, haver alguma dispersão por diferentes justificações, a justificação avançada por maior número de estudantes, de ambas as regiões, relaciona o processo de formação das nuvens com a evaporação da água e o seu desaparecimento com o fenómeno da chuva: “As nubes se forman a partir da auga que se evapora e descargan a auga contida sobre a terra.” (E373). Os restantes dispersam-se por diversas ideias, umas centradas nas condições atmosféricas (ex. “As nuvens só se formam quando a temperatura desce e quando há humidade no ar” (P145); “Depende das condicións nas que nos encontremos e as condicións climáticas facilitarán ou non a aparición de nubes (E379)) e outras na que pensam ser a constituição das nuvens (“As nubes aparecen cando comeza a haber unha maior concentración de gases.” (E438)). Há ainda alguns estudantes, portugueses, que parecem acreditar que apenas existe o que se vê, pois afirmam que as nuvens não existem sempre porque nem sempre se podem observar: “Quando está de chuva as nuvens estão cheias de água por isso são visíveis” (P204). Uma análise mais profunda desta resposta evidencia, porém, alguma contradição, na medida em que parece ter subjacente a ideia que as nuvens existem sempre embora nem sempre sejam visíveis. Para este estudante, as nuvens são algo (que não define) que não parece ser água, mas que tem capacidade de a armazenar e que se torna visível quando está cheio de água.

5.3. Concepções sobre a formação das nuvens

Uma das questões colocadas aos participantes no estudo solicitava aos alunos que

explicassem o processo de formação das nuvens. Constata-se, novamente, que foram explicitadas ideias qualitativamente semelhantes nos dois sub-grupos (tabela 7).

Tabela 7 – Concepções dos alunos acerca do processo de formação das nuvens (%)

		(N=468)	
Aspectos focados	Concepções	Região	
		Minho (n=273)	Galiza (n=195)
Ciclo da água	Formam-se através da evaporação da água	29,7	51,3
	Formam-se pela evaporação e condensação da água	3,7	12,8
	Formam-se através da condensação da água	3,7	10,8
	Formam-se através da evaporação da água e sua junção com gases	1,1	1,5
Constituintes da nuvem	Formam-se por acumulação de gases	9,2	1,5
	Formam-se por acumulação de água	17,6	11,8
	Formam-se por acumulação de água e gases	5,5	0,0
	Resultam de fumos e poluentes emitidos para a atmosfera	1,1	0,5
Observação de fenómenos	Formam-se quando está mau tempo	2,6	0,0
Mudanças atmosféricas	Formam-se pela alteração de condições atmosféricas (temperatura, humidade, pressão, etc.)	8,8	6,2
Resposta em branco/incompreensível		17,0	3,6

Em alguns casos, essas explicações, embora incluindo ideias cientificamente aceites, são bastante incompletas, pois mencionam apenas uma pequena parte de todo o processo que lhes dá origem e que se baseia no ciclo da água. Efectivamente, alguns estudantes só mencionam a evaporação (ex. “Devido à evaporação da água.” (P1)) ou a condensação da água (ex. “Pola condensación do vapor de H₂O.” (E278)), e outros referem as duas (ex. “A auga evapora-se e condensase formando as nubes.” (E294)) mas de modo muito simplista. Alguns alunos, ainda que em número reduzido, consideram que, no processo de formação das nuvens, o vapor de água formado à superfície da terra, se junta a gases que se encontram na atmosfera: “As nuvens formam-se a partir da evaporação da água do solo e, no céu juntam-se com vários gases.” (P5). Note-se que um número considerável de participantes no estudo reduziu o processo de formação das nuvens à acumulação do(s) que pensam ser o(s) constituinte(s) da nuvens, sem referir a origem destes: “Forman-se pola acumulación de auga.” (E284); “[Forman-se]Com emisións de volcáns.” (E372). De salientar ainda que alguns alunos

associaram as formação da nuvens a alterações das condições atmosféricas, afirmado que: “Ocorre quando o ar está saturado e ocorre um abaixamento da temperatura” (P144); “Formam-se através da humidade perdida na terra e alguns ácidos” (P142). Neste caso, o aluno pode estar associar nuvens a chuva ácida.

5.4. Concepções sobre a relação entre as nuvens e o nevoeiro

Quando questionados acerca da relação entre as nuvens e o nevoeiro, a maioria dos estudantes de cada uma das sub-amostras (70,7% dos estudantes Minhotos e 80,0% dos Galegos) afirmam, e bem, existir uma relação entre as nuvens e o nevoeiro (tabela 8). No entanto, cerca de 10% de cada uma das sub-amostras não respondeu à questão.

Tabela 8 - Relação entre as nuvens e o nevoeiro (%)

(N=468)

Existência de relação	Região	
	Minho (n=273)	Galiza (n=195)
Existe relação	70,7	80,0
Não existe relação	18,3	10,3
Resposta em branco/ Incompreensível	11,0	9,7

Dos 70 participantes que consideram não haver relação entre as nuvens e nevoeiro apenas 17 estudantes portugueses justificaram as suas respostas (tabela 9), facto que pode indiciar pouca segurança na resposta anterior.

A maior parte dos alunos que justificaram a resposta centraram-se nas diferentes localizações das nuvens e do nevoeiro: “São diferentes porque o nevoeiro encontra-se à superfície.” (P143). Esta resposta, baseada na observação, serve as necessidades explicativas dos alunos mas é muito superficial, não atende à constituição nem ao processo de formação das nuvens e do nevoeiro, fundamentais para um adequado relacionamento dos dois fenómenos. Alguns alunos centraram-se no que pensam ser os processos de formação (“O nevoeiro resulta da evaporação e as nuvens da acumulação de gases.” (P87)) e a constituição (“Porque o nevoeiro é formado por ar e a nuvem não.” (P9)) destes dois fenómenos meteorológicos, afirmando que, quer um quer outro, são diferentes nos dois fenómenos em causa. Um aluno (2%) baseou-se nas consequências, observáveis, dos dois fenómenos, para afirmar que os dois são diferentes “Porque as nuvens deixam cair água e o nevoeiro não” (P96)).

Tabela 9 - Justificações para a não existência de relação entre as nuvens e o nevoeiro (%)

		(N=70)	
Aspectos focados	Justificações	Região	
		Minho (n=50)	Galiza (n=20)
Localização	O nevoeiro forma-se nas camadas baixas e as nuvens não	16,0	0,0
Processo de formação	As nuvens e o nevoeiro resultam de processos distintos	10,0	0,0
Composição	O nevoeiro e as nuvens são formados por compostos distintos	6,0	0,0
Explicações baseadas nas consequências dos fenómenos		2,0	0,0
Resposta em branco /Incompreensível		66,0	100,0

Cerca de 22% dos estudantes de cada uma das sub-amostras, que afirmaram haver relação entre as nuvens e o nevoeiro, não foram capazes de justificar a sua opinião ou não o fizeram de forma compreensível (tabela 10).

Tabela 10 – Justificações para a existência de relação entre as nuvens e o nevoeiro (%)

		(N=349)	
Aspectos focados	Justificações	Região	
		Minho (n=193)	Galiza (n=156)
Localização	O nevoeiro é uma nuvem baixa	36,8	32,1
	Nuvens e nevoeiro alojam-se em lugares diferentes	15,0	5,8
Processo de formação	Nuvens e nevoeiro resultam do mesmo processo	2,1	13,5
	O nevoeiro forma-se a partir das nuvens	6,7	7,1
	O nevoeiro dá origem a nuvens	2,6	0,6
Composição	Ambos são constituídos pelos mesmos compostos	13,5	17,9
Relações causais, mutuas	O nevoeiro é um preditor de chuva	0,5	0,0
	O nevoeiro é uma consequência da chuva	0,0	0,6
Resposta em branco/ Incompreensível		22,8	22,4

A explicação avançada por maiores percentagens, de qualquer um dos sub-grupos de estudantes, baseia-se na diferente localização das nuvens e do nevoeiro, sendo que, segundo

os estudantes, o nevoeiro encontra-se a altitudes mais baixas. A maior parte destes alunos, de qualquer uma das regiões, identifica, explicita e correctamente, o nevoeiro com uma nuvem (“[O nevoeiro] Son as nubes que están baixas.” (E274)) mas outros não são tão assertivas nessa identificação (“Formam-se da mesma maneira só que o nevoeiro é situado abaixo das nuvens.”(P45)), pelo que não há certeza absoluta de que consideram o nevoeiro um nuvem à superfície da Terra.

Se é verdade que alguns participantes consideram que o nevoeiro e as nuvens estão relacionados entre si por resultarem do mesmo processo de formação (ex. “Existe relação entre nuvens e nevoeiro porque ambos se formam da mesma maneira.” (P123)), outros há que consideram que as nuvens originam o nevoeiro (ex. “O nevoeiro formase cando as nubes se desfán.” (E284)) e outros, ainda, que consideram que é o nevoeiro que origina as nuvens (ex. “As nuvens formam-se a partir do nevoeiro.” (P99)). Há também alguns estudantes que afirmam que ambos são formados pela mesma substância (ex. “Porque as duas estan compostas por auga.” (E312)), outros que estabelecem relações causais entre ambos, parecendo acreditar que o nevoeiro é um preditor da chuva (ex. A relação é que quando está muito nevoeiro e não se desfaz é sinal que vai chover” (P236)) ou que a chuva causa o nevoeiro (ex. “Canto mais choive hai mais nevoeiro” (E413)).

5. Conclusões e implicações

Os resultados obtidos indicam que, no final do ensino básico ou equivalente, a maioria dos estudantes Galegos e Minhotos apresentam um baixo domínio dos fenómenos em causa, tendo dificuldade em usar ideias cientificamente aceites quando questionados sobre as nuvens e o nevoeiro. A observação directa, macroscópica dos dois fenómenos parece ter influenciado muitas das respostas obtidas, que simultaneamente evidenciam falta de conhecimentos (ou de capacidade de os usar) acerca do ciclo da água. Embora os resultados obtidos sejam concordantes com os de estudos realizados por outros autores (Akbas, Uzunöz e Gençtürk, 2010; Henriques, 2002), a complexidade destes fenómenos aliada à falta de ferramentas conceptuais faz com que, ao terminarem a formação obrigatória em ciências, estes cidadãos estejam limitados na compreensão de fenómenos com que são confrontados no seu dia a dia e que dificulta o exercício de uma cidadania que se pretende activa e interventiva mas cientificamente fundamentada, para poder ser eficaz e responsável.

O facto de os dois sub-grupos apresentarem ideias e lacunas semelhantes, se por um lado não

é surpreendente, face às características dos fenómenos e à semelhança de clima nas duas regiões, por outro lado faz sentir a necessidade de, nas duas regiões e países, serem encontradas formas de tornar mais eficaz o ensino destes fenómenos. Talvez valha a pena experimentar planejar e implementar um ensino mais integrado e interdisciplinar dos mesmos, em vez de os abordar, embora com ênfases diferentes, em duas ou três disciplinas, de um modo independente e numa base disciplinar.

6. Referências bibliográficas

- Anthis, A. & Cracknell, A. (2004). Cloud and precipitation classification for a depression system approaching the south Balkan Peninsula. A case study of 26 March 1998. *International Journal of Remote Sensing*, 25 (21), 4471-4490.
- Akbas, Y., Uzunöz, A. & Gençtürk, E. (2010). High school 9th grade students' understanding level of conceptions related to atmosphere and misconceptions. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 9, 1699-1704.
- Bergot, T. & Guedalia, D. (1993). Numerical forecasting of radiation fog. Part I: Numerical model and sensitivity tests. *Monthly Weather Review*, 122, 1218-1230.
- Daniel, J. (2000). *Sciences de la terre e de l'univers*. Paris: Vuibert.
- Dawson, A. (1995). *Climate changes*. Oxford: Oxford university press.
- Dove, J. (1998). Alternative conceptions about the weather. *School Science Review*, 79 (289), 65-69.
- Gören, A. & Leite, L. (2004). *Concepções alternativas sobre meteorologia: Um estudo com alunos açorianos do 8.º ano*. Poster apresentado no Encontro da Sociedade Portuguesa de Física, Porto, Setembro, 08-10.
- Gultepe, I. et. al (2007). Fog Research: A review of past achievements and future perspectives. *Pure and Applied Geophysics*, 164, 1121-1159.
- Henriques, L. (2002). Children's ideas about weather: A review of the literature. *School Science and Mathematics*, 102 (5), 202-215.
- Leite, L. & Dourado, L. (2010). From global warming to clouds and rain: An analysis of 9th graders' reasoning. In M. Montané & J. Salazar (Eds.), *ATEE 2009 Annual Conference Proceedings*. ATEE: Bruxelas, 696-709.
- National Oceaninc and Atmospheric Administration (1995). Surface weather observations and reports. *Federal Meteorological Handbook*, 1 (94). Disponível em: <http://www.ofcm.gov/fmh-1/pdf/FMH1.pdf>.
- Smithson, P., Addison, K. & Atkinson, K. (2002). *Fundamentals of Physical environment*. Londres: Routledge.

Leite, L., Dourado, L., Almeida, S., & Rodríguez Mendoza, J. (2011). “As nuvens e o nevoeiro: concepções de estudantes do Minho e da Galiza”. In L. Leite, A. S. Afonso, L. Dourado, T. Vilaça, S. Morgado, & S. Almeida (Orgs.). *XIV Encontro Nacional de Educação em Ciências – Educação em Ciências para o trabalho, o lazer e a cidadania*. Braga: Universidade do Minho, pp. 933-949.